



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) DE 101 20 063 C 2

(51) Int. Cl. 7:  
**B 21 D 53/88**  
B 21 D 5/06

(21) Aktenzeichen: 101 20 063.3-14  
(22) Anmeldetag: 24. 4. 2001  
(43) Offenlegungstag: 14. 11. 2002  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27. 3. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:  
Benteler Automobiltechnik GmbH, 33104  
Paderborn, DE

(74) Vertreter:  
Bockermann, Ksoll, Griepenstroh, 44791 Bochum

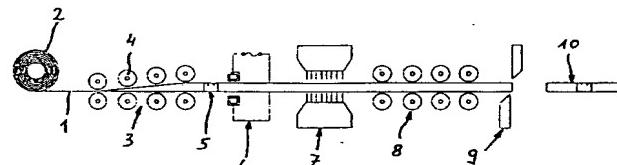
(72) Erfinder:  
Klasfauseweh, Udo, Dr., 33332 Gütersloh, DE;  
Harbarth, Thomas, 33102 Paderborn, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	196 40 568 C2
DE	197 49 902 A1
DE	197 43 802 A1
DE	196 19 034 A1
DE	35 42 681 A1
DE	22 17 509 A

(54) Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge

(55) Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen (10, 10') für Kraftfahrzeuge, bei welchem in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial (1) einer Walzprofiliereinheit (3) zugeführt und zu einem Walzprofil (5) umgeformt wird, wobei das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen und anschließend in einer Ablängeinheit (9) zu den Profilbauteilen (10, 10') abgelängt wird, wobei zumindest partielle Bereiche (11, 12) des Walzprofils (5) nach dem Austritt aus der Walzprofiliereinheit (3) induktiv auf eine zum Härteln erforderliche Temperatur erwärmt und vor dem Ablängen in einer Abkühlseinheit (7) abgeschreckt werden.



DE 101 20 063 C 2

DE 101 20 063 C 2

## Beschreibung

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge gemäß den Maßnahmen in den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2.
- [0002] Steigende Sicherheitsanforderungen von Kraftfahrzeugen fordern den Einsatz von Hoch- und höchstfesten Stählen im Bereich von Struktur- und Sicherheitsteilen im Automobilbau. Bei den Struktur- und Sicherheitsteilen handelt es sich in der Regel um dünnwandige, aus Stahlblech gefertigte längliche Profile, wie z. B. Seitenaußsprallträger, Stoßfänger und Säulenverstärkungen.
- [0003] Neben hoch- und höchstfesten Kalzformstählen werden auch vergütbare Stahlsorten verwendet. Vergütbare Stähle werden im ungehärteten Zustand kalt umgeformt und erhalten erst in einem nachfolgenden Härtvorgang die erforderliche Festigkeit. Im allgemeinen werden die oben genannten Struktur- und Sicherheitsteile durch Abpressen von Platinen hergestellt. Nach dem in der DE 197 43 802 A1 beschriebenen Verfahren zur Herstellung eines metallischen Formbauteils für Kraftfahrzeugkomponenten, wie Türaußsprallträger oder Stoßfänger, werden partielle Bereiche einer Platine induktiv auf eine Temperatur von 900°C erwärmt. Anschließend wird die wärmebehandelte Platine in einem Pressenwerkzeug zum Formbauteil umgeformt und im Pressenwerkzeug vergütet. Ziel ist die Herstellung eines metallischen Formbauteils mit Bereichen einer gegenüber dem übrigen Bauteil höheren Duktilität. Diese Vorgehensweise bringt jedoch relativ hohe Werkzeugkosten mit sich, da die wärmebehandelte Platine in einem Pressenwerkzeug sowohl zum Formbauteil umgeformt wird als auch die Vergütung in dem Pressenwerkzeug stattfindet. Gleichzeitig sind der Verarbeitungsgeschwindigkeit durch die Taktzeit des Verfahrens Grenzen gesetzt.
- [0004] Es ist weiterhin bekannt, längliche Profile mit im wesentlichen gleichen Profilquerschnitten, wie z. B. Stoßfängerquerträger, durch Walzprofilieren herzustellen (DE 22 17 509 A1).
- [0005] Die DE 197 49 902 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Profilstabes aus Metall, wobei der Profilstab auf einem Bandmetall mittels einer Formrollen aufwesenden Rollenformeinrichtung geformt wird, so dass Strukturteile mit hoher plastischer Restdehnung und bei nachträglichem Beschnitt mit über seine Länge unterschiedlichen Querschnitten erzeugt werden können.
- [0006] Aus der DE 196 40 568 C2 ist ein Verfahren zur Herstellung von rohrförmigen Seitenaußsprallträgern für Kraftfahrzeuge bekannt, bei dem aus einem in Bandform bereitgestellten Ausgangsmaterial ebene Platinenabschnitte gestanzt werden, die zu einem Spitzrohr umgeformt und entlang der aneinanderliegenden Längskanten zu Seitenaußsprallträgern verschweißt werden. Während des Verfahrens erfolgt eine Vergütung durch eine Erwärmung mit anschließender definierter Abschreckung.
- [0007] Aus der DE 196 19 034 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von kritisch zu verformenden Bauteilen aus Leichtmetallband bekannt, bei dem durch mindestens einen Kaltumformgebungsschritt aus dem Band das gewünschte Bauteil hergestellt wird und mittels einer Weichglühung vor der Kaltumformung die Umformbarkeit verbessert wird.
- [0008] Gegenstand der DE 35 42 681 ist ein Verfahren zur Herstellung gezogener Qualitätsrohre, die aus einem Vorband geformt und geschweißt werden. Nach der Reduktion des Rohrstrangs auf etwas mehr als den Enddurchmesser erfolgt im Durchlauf eine normalisierende Glühung in der Rohrglühe mit anschließender Schnellabkühlung.
- [0009] Der Erfindung liegt ausgehend von diesem Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge mit weitgehend gleichem Profilquerschnitt hinsichtlich der Verarbeitungsgeschwindigkeit zu verbessern und damit die Effizienz zu erhöhen.
- [0010] Eine erste Lösung dieser Aufgabe besteht in den Maßnahmen im Patentanspruch 1.
- [0011] Bei dem beanspruchten Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge wird in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial einer Walzprofilereinheit zugeführt und zu einem Walzprofil umgeformt. Nach dem Austritt aus der Walzprofilereinheit werden partielle Bereiche des Walzprofils induktiv auf eine zum Härteln erforderliche Temperatur erwärmt und anschließend in einer Abkühlseinheit abgeschreckt. Im Anschluss daran werden die Walzprofile zu den Profilbauteilen abgelängt.
- [0012] Der besondere Vorteile des Walzprofilierens ist in den niedrigen Fertigungskosten aufgrund der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten und der gegenüber einem Pressenwerkzeug geringeren Werkzeugkosten zu sehen.
- [0013] Bei dem erfundungsgemäßen Verfahren kommt als Ausgangsmaterial vorteilhaft eine Stahllegierung in Frage, die in Gewichtsprozenten ausgedrückt einen Kohlenstoffanteil C zwischen 0,18% bis 0,3%, einen Siliziumanteil Si zwischen 0,1% bis 0,7%, einen Mangananteil Mn zwischen 1,0% bis 2,5%, einen Phosphoranteil P von maximal 0,025%, einen Chromanteil Cr von 0,1% bis 0,8%, einen Molybdänanteil Mo zwischen 0,1% bis 0,5%, einen Schwefelanteil S von maximal 0,01%, einen Titananteil Ti zwischen 0,02% bis 0,05%, einen Boranteil B zwischen 0,002% bis 0,005% und einen Aluminiumanteil Al zwischen 0,01% bis 0,06% aufweist, wobei der Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen ist. Die Stahllegierung kann ferner einen Niobanteil Nb zwischen 0,03% bis 0,05% aufweisen, um eine interkristalline Korrosion zu verhindern und die Warmfestigkeit zu steigern.
- [0014] Ein solcher vergütbarer Stahl weist im ungehärteten Zustand eine Zugfestigkeit von  $> = 600 \text{ N/mm}^2$  und eine Dehnbarekeit von  $> = 20\%$  auf. Nach dem Härteln können Zugfestigkeiten von  $> 1.500 \text{ N/mm}^2$  von Dehnungen von  $> = 6\%$  erzielt werden. Ein Ausgangsmaterial mit einer Dehnbarekeit von  $> = 20\%$  lässt sich auch bei hoher Arbeitsgeschwindigkeit in der Walzprofilereinheit zu dem gewünschten Walzprofil umformen. Dadurch, dass bei diesem Ausgangsmaterial sehr hohe Materialfestigkeiten erreichbar sind, ergibt sich ein erhebliches Gewichtsreduktionspotential für die metallischen Profilbauteile, da mit der hohen Festigkeit die Möglichkeit einher geht die Materialdicke walztechnisch in bestimmten Bereichen zu reduzieren.
- [0015] Nach der Erfahrung ist es möglich, sowohl das gesamte Walzprofil zu härteln als auch nur partielle Bereiche. Durch eine lokal begrenzte induktive Wärmebehandlung partieller Bereiche lässt sich zudem die Durchsatzrate des Verfahrens erhöhen. Durch hohe Leistungsdichten insbesondere durch hochfrequente induktive Wärmebehandlung sind sehr kurze Aufheizphasen in den zu erwärmenden partiellen Bereichen aber auch des gesamten Walzprofils möglich.
- [0016] Die partiellen Bereiche können sich in Längsrichtung der Profilbauteile erstrecken, d. h. die partiellen Bereiche sind langgestreckt, unter Umständen auch über die gesamte Länge des Profilbauteils. Es ist aber auch möglich kurze und breite Bereiche in Quererstreckung der Profilbauteile wärmezubehandeln.
- [0017] Als besonders vorteilhaft wird es angesehen, dass das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen wird.
- [0018] Eine zweite Lösung der Aufgabe besteht nach Anspruch 2 darin, bei dem Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen zumindest partielle Bereiche des

## DE 101 20 063 C 2

3

Ausgangsmaterials vor dem Eintritt in die Walzprofilereinheit induktiv auf eine zum Härteln erforderliche Temperatur zu erwärmen. Das Ausgangsmaterial durchläuft dabei die Walzprofilereinheit im erwärmten Zustand, so dass eine Warmumformung zu einem Walzprofil stattfindet, welches während des Walzprofilierens gebogen wird. Das umgeformte und gebogene Walzprofil passiert anschließend eine Abkühlseinheit, bevor das Walzprofil wiederum in einer Ablängseinheit zu den Profilbauteilen abgelängt wird.

[0019] Die Biegung des Walzprofils ist aufgrund der nachfolgenden Verfahrensschritte natürlich nur begrenzt möglich.

[0020] Der Vorteil bei dieser Variante ist, dass ein in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial durch seine flache Geometrie gegenüber dem fertig ausgeformten Walzprofil aufgrund des geometrisch einfacheren Profilquerschnitts vorteilhafter induktiv erwärmbar ist. Es ergibt sich daraus eine homogene Erwärmung des Ausgangsmaterials sowie ein geringerer konstruktiver Aufwand für eine induktiv arbeitende Heizvorrichtung. Auch muss die Heizvorrichtung nicht an unterschiedliche Walzprofilquerschnitte angepasst werden. Ein weiterer Vorteil ist die verbesserte Umformbarkeit des erwärmten Ausgangsmaterials beim Durchlaufen der Walzprofilereinheit.

[0021] Anspruch 3 sieht eine Weiterbildung der Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 vor, wobei zumindest partielle Bereiche des gehärteten Walzprofils vor dem Ablängen auf eine Vergütungstemperatur erwärmt werden. Durch das nachträgliche Vergüten zumindest partieller Bereiche des gehärteten Walzprofils kann in diesen Bereichen die Duktilität gesteigert werden, so dass ein Profilbauteil sowohl Bereiche höchster Festigkeit mit geringem plastischen Verformungsvermögen aufweisen kann und gleichzeitig ein oder mehrere partielle Bereiche mit demgegenüber geringerer Festigkeit jedoch höherer Duktilität. Ein stufenloser Übergang zwischen Bereichen verschiedener Festigkeiten ist mit der Erfindung realisierbar.

[0022] Nach Anspruch 4 ist vorgesehen, dass das gehärtete oder vergütete Walzprofil vor dem Ablängen eine Härteverzug korrigierende Kalibriereinheit durchläuft. Diese stellt bei eng tolerierten Maßen des Profilbauteils die Einhaltung der Maßanforderungen sicher.

[0023] Der Härteverzug ist in einem gewissen Rahmen auch über die Ausgestaltung der Abkühlseinheit beeinflussbar, die für die für das Härteln notwendige beschleunigte Abkühlung des Walzprofils sorgt. Über die Durchlaufgeschwindigkeit des Ausgangsmaterial bzw. des Walzprofils und die Wahl des Abkühlmittels, wie z. B. Wasser, Öl-Wasser-Emulsion, Luft, kann auf die Abkühlgeschwindigkeit und damit auf die erzielbare Härte des Profilbauteils bzw. auf partielle Bereiche des Profilbauteils Einfluss genommen werden.

[0024] Bei der erfindungsgemäßen Weiterbildung gemäß Anspruch 5 wird das Walzprofil im Anschluss an das Walzprofilieren kontinuierlich zu einem geschlossenen Walzprofil verschweißt. Voraussetzung hierfür ist, dass das Walzprofil durch das Walzprofilieren einen Profilquerschnitt erhält, der das Verschweißen zu einem geschlossenen Walzprofil ermöglicht, d. h. dass die Längskanten oder Längskantengebiete des Ausgangsmaterials einander zugewandt sind.

[0025] Die wesentlichen Vorteile des hier beschriebenen Verfahrens zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen für Kraftfahrzeuge lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Kopplung des Walzprofilierens, Biegen und Härtens bzw. Vergüten des Profilbauteile in einem kontinuierlichen Prozess erlaubt eine sehr effiziente und ökonomische Herstellung von Struktur- und Sicherheitsteilen im Automobilbau. Das Verfahren ermöglicht weiterhin eine Variation der

4

Festigkeitswerte der Profilbauteile in weiten Grenzen, wodurch das Bauteilverhalten, z. B. im Crashfall, gezielt einstellbar ist. Schließlich können durch die Wahl des eingesetzten Ausgangsmaterials in einem kontinuierlichen Herstellungsverfahren Struktur- und Sicherheitsteile hergestellt werden, die zumindest partiell sehr hohe Festigkeiten haben und durch Reduzierung der Materialdicke eine Gewichtsersparnis des jeweiligen Bauteils ermöglichen.

[0026] Die Erfindung ist nachfolgend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigen:

[0027] Fig. 1 eine erste Fertigungsfolge eines metallischen Profilbauteils;

[0028] Fig. 2 eine zweite Fertigungsfolge eines Profilbauteils;

[0029] Fig. 3 ein Formbauteil mit einem kurzen vergüteten Bereich und

[0030] Fig. 4 ein Formbauteil mit einem vergüteten Bereich in Längserstreckung.

[0031] Fig. 1 zeigt eine Fertigungsfolge, bei welcher in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial 1 von einem Coil 2 einer Walzprofilereinheit 3 zugeführt wird. In der Walzprofilereinheit wird das Ausgangsmaterial 1 durch entsprechend angeordnete Rollensätze 4 zu einem Walzprofil 5 mit im wesentlichen U-förmigem Querschnitt umgeformt und in nicht näher dargestellter Weise gebogen.

[0032] Das Walzprofil 5 wird anschließend einer induktiv arbeitenden Heizvorrichtung 6 zugeführt, in welcher das Walzprofil 5 auf eine zum Härteln erforderliche Temperatur erwärmt wird, wobei die Austenitisierungstemperatur einem Werkstoff mit den zuvor in der Beschreibung angegebenen Legierungselementen bei etwa 900°C liegt. Im Anschluss an die Heizvorrichtung 6 wird das erwärmte Walzprofil 5 in einer Abkühlseinheit 7 unter Einsatz eines Abkühlmittels, wie z. B. Wasser, Öl-Wasser-Emulsion, Luft beschleunigt abgekühlt und gehärtet.

[0033] An die Abkühlseinheit 7 schließt sich eine Kalibriereinheit 8 an, die durch Walzprofilieren Härteverzug des Walzprofils 5 ausgleicht.

[0034] Schließlich wird das zumindest partiell wärmebehandelte Walzprofil 5 einer schematisch dargestellten Ablängseinheit 9 zugeführt, die das Walzprofil 5 in einzelne Profilbauteile 10 ablängt.

[0035] Die Fertigungsfolge gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von der Fertigungsfolge nach Fig. 1 lediglich dadurch, dass die Heizvorrichtung 6 der Walzprofilereinheit 3 vorgeschaltet ist und damit das Ausgangsmaterial 1 bereits vor Eintritt in die Walzprofilereinheit 3 induktiv auf eine zum Härteln erforderliche Temperatur erwärmt wird. Die nachfolgenden Verfahrensschritte Abkühlen, Kalibrieren und Ablängen schließen sich wie in der Beschreibung zu Fig. 1 an.

[0036] Die Fig. 3 und 4 zeigen Profilbauteile 10, 11 mit partiell wärmebehandelten Bereichen 11, 12. Der Bereich 11 in Fig. 3 erstreckt sich quer über die Breite des Profilbauteils 11 und kann durch eine entsprechende Wärmebehandlung gezielt gehärtet oder vergütet sein und von den benachbarten Bereichen 11' abweichende Materialeigenschaften besitzen.

[0037] Gleches gilt im Prinzip für das Profilbauteil 10' in Fig. 4 mit dem Unterschied, dass sich die wärmebehandelten Bereiche 12' des Profilbauteils 10' in seiner Längsrichtung erstrecken und gegenüber den benachbarten Bereichen 12 abweichende Materialeigenschaften besitzen.

## Bezugszeichenaufstellung

1 Ausgangsmaterial

2 Coil

3 Walzprofilereinheit

**BEST AVAILABLE COPY**

**DE 101 20 063 C 2**

5

6

- 4 Rollensätze
- 5 Walzprofil
- 6 Heizvorrichtung
- 7 Abkühleinheit
- 8 Kalibriereinheit
- 9 Ablängeeinheit
- 10 Profilbauteil
- 10' Profilbauteil
- 11 Bereich von 10
- 11' Bereich von 10
- 12 Bereich von 10'
- 12' Bereich von 10'

5

10.

**Patentansprüche**

15

1. Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen (10, 10') für Kraftfahrzeuge, bei welchem in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial (1) einer Walzprofilierseinheit (3) zugeführt und zu einem Walzprofil (5) umgeformt wird, wobei das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen und anschließend in einer Ablängeeinheit (9) zu den Profilbauteilen (10, 10') abgelängt wird, wobei zumindest partielle Bereiche (11, 12) des Walzprofils (5) nach dem Austritt aus der Walzprofilierseinheit (3) induktiv auf eine zum Härteten erforderliche Temperatur erwärmt und vor dem Ablängen in einer Abkühleinheit (7) abgeschreckt werden.
2. Verfahren zur Herstellung von metallischen Profilbauteilen (10, 10') für Kraftfahrzeuge, bei welchem in Bandform bereitgestelltes Ausgangsmaterial (1) einer Walzprofilierseinheit (3) zugeführt und zu einem Walzprofil (5) umgeformt wird, wobei das Walzprofil während des Walzprofilierens gebogen und anschließend in einer Ablängeeinheit (9) zu den Profilbauteilen (10, 10') abgelängt wird, wobei zumindest partielle Bereiche (11, 12) des Ausgangsmaterials (1) vor dem Eintritt in die Walzprofilierseinheit (3) induktiv auf eine zum Härteten erforderliche Temperatur erwärmt und vor dem Ablängen des Walzprofils (5) in einer Abkühleinheit (7) abgeschreckt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest partielle Bereiche (11, 12) des gehärteten Walzprofils (5) vor dem Ablängen auf eine Vergütungstemperatur erwärmt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das gehärtete oder vergütete Walzprofil (5) vor dem Ablängen eine Härteverzug korrigierende Kalibriereinheit (8) durchläuft.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Walzprofil (5) im Anschluss an das Walzprofilieren kontinuierlich zu einem geschlossenen Walzprofil verschweißt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

**BEST AVAILABLE COPY**

- Leerseite -

**BEST AVAILABLE COPY**

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

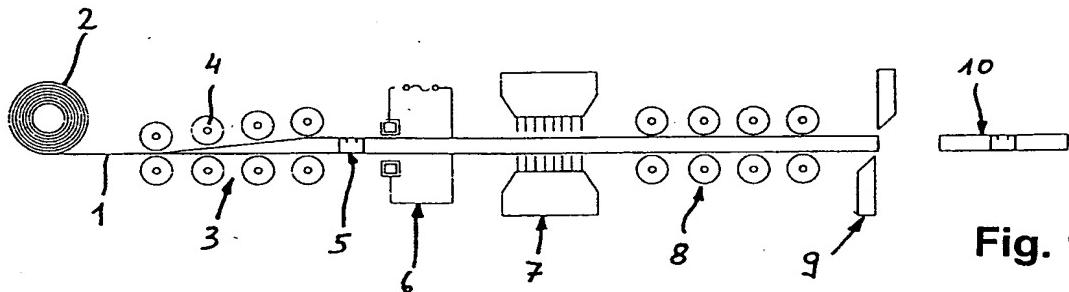
DE 101 20 063 C2

Int. Cl. 7:

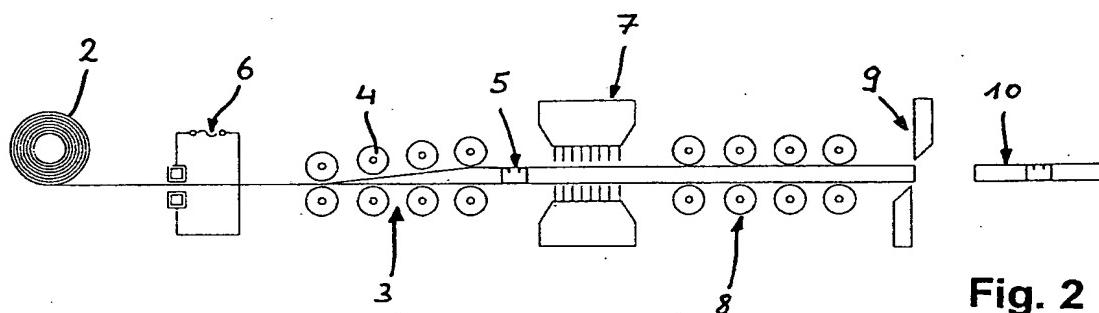
B 21 D 53/88

Veröffentlichungstag:

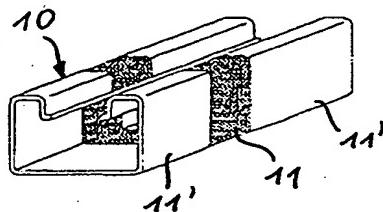
27. März 2003



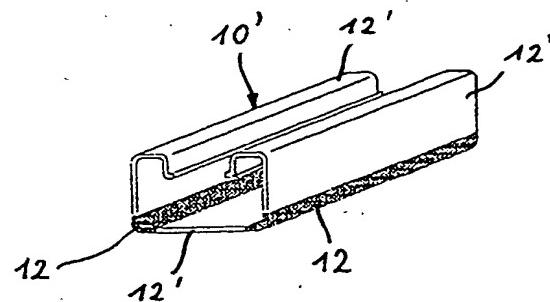
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**